

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung und Gliederung	2
2 Prinzip der Tonerzeugung	5
2.1 Physik von Schallquellen	5
2.2 Wellenausbreitung im Raum	8
2.2.1 Ebene Wellen	8
2.2.2 Kugelstrahler	9
2.2.3 Kolbenmembran	13
2.2.4 Wellenausbreitung im Schalltrichter	17
2.3 Technische Warnsignalgeber	30
2.3.1 Gesetzliche Rahmenbedingungen	30
2.3.2 Bauformen	32
2.3.3 Psychoakustische Gesichtspunkte	36
3 Messtechnische Untersuchungen	41
3.1 Messumgebung	41
3.1.1 Schallkapsel	41
3.1.2 Aufhängung	43
3.2 Messkette	44
3.3 Messreihen	46
3.3.1 Instationarität	46
3.3.2 Streuungen und Messunsicherheiten	51
3.3.3 Variation der Aufhängung	52
3.3.4 Einflussnahme auf den Strahlungswiderstand	56
3.3.5 Messung der Membranbewegung	57
3.3.6 Lochkiste	59
3.3.7 Messungen am Fahrzeug	65
3.3.8 Variation der Trichtergeometrie	68
4 Modellbildung	73
4.1 Elektromagnetisches Subsystem	76

4.2	Mechanisches Subsystem	80
4.3	Systemverhalten der virtuellen Fanfare	83
4.3.1	Implementierung	83
4.3.2	Sensitivitätsanalyse	83
4.3.3	Modellerweiterung: Blattfeder als Kontinuum	87
5	Quantifizierung des abgestrahlten Schallfeldes	101
5.1	Ansatz über Fluid-Struktur-Interaktion	101
5.2	Energetisches Rechenmodell	102
6	Maßnahmen zur Optimierung	109
6.1	Aufhängung	109
6.2	Akustische Einbettung	110
6.2.1	FE-Rechnung zur Einflussnahme auf den Strahlungwi- derstand	111
6.2.2	Positionierung des Warnsignalgebers	113
6.2.3	Positionierung und Größe von Schallaustrittsöffnungen .	114
6.3	Modifikationen am Warnsignalgeber	115
6.4	Piezo-Horn	116
7	Zusammenfassung und Ausblick	119
	Literaturverzeichnis	123
	Bildnachweise	133
A	Zylinderfunktionen	135
B	Messreihen Haltervariation	137
C	Systemparameter und weitere Simulationsergebnisse	141
D	Eigenfrequenzen von Fanfare und Blattfeder	145